

METODI PER LA PROGETTAZIONE INDUSTRIALE

Prof. G. Fargione

a.a. 2011/12

La concretizzazione qualitativa

Corrisponde a rivestire con determinate forme e materiali lo schema del principio, può venire espressa attraverso il disegno di un complessivo.

- 1) Individuazione del principio
- 2) Analisi della funzione
- 3) Concretizzazione delle funzioni componenti
- 4) Scelta della soluzione costruttiva

- 1) Il principio più adatto viene scelto o con l'esperienza del progettista o applicando le metodologie DfX, esempio:
 - a) Rotazione di un corpo rigido attorno ad un sistema fisso (cerniera cilindrica)
 - b) Rotazione di 90° della linea di azione di una forza

Figura 6.1
Rappresentazione schematica
della funzione a)



Figura 6.2
Rappresentazione schematica
della funzione b)



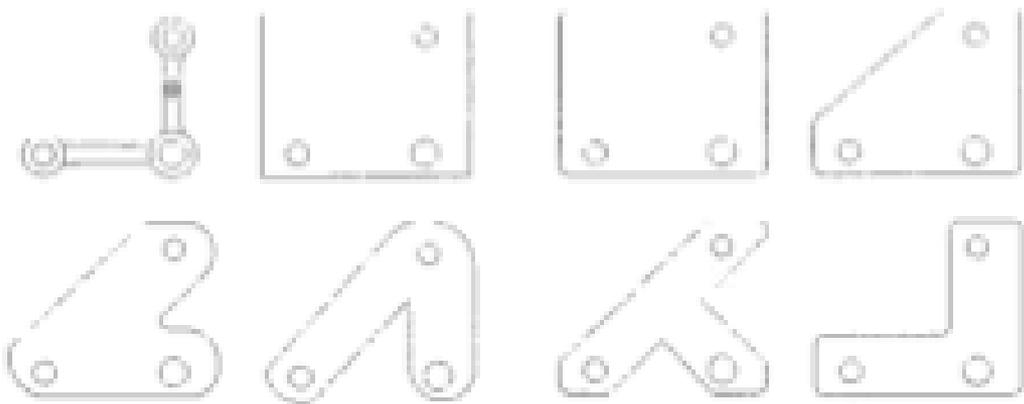
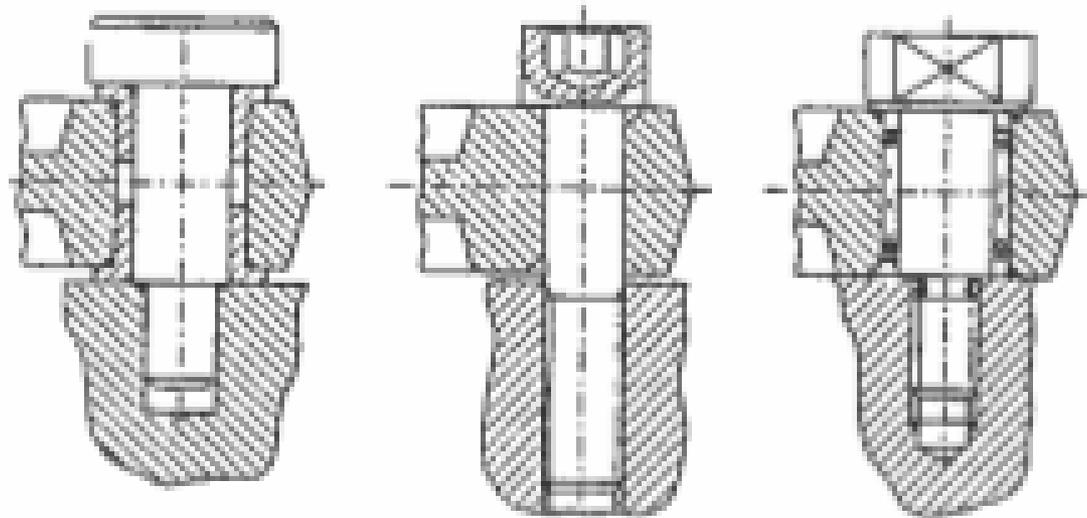
- 2) La funzione generale svolta dal principio viene rappresentato da uno schema, esempi:
- a) Cerniera cilindrica: le funzioni componenti individuate sono F1 = bloccare l'asse di rotazione; F2 = consentire le rotazioni; F3 = Impedire gli spostamenti assiali non voluti.
 - b) Leva a squadra: F1 = applicazione azione motrice; F2 = applicazione della forza ruotata di 90° ; F3 = vincolo alle parti fisse; F4 = continuità fisica.

3) Concretizzazione delle funzioni componenti, mediante soluzioni costruttive desumibili con procedimenti analoghi a quelli dei principi

- a) Cerniera cilindrica
- b) Leva a squadra

Funzioni componenti	Esempi di soluzioni costruttive
F1 = bloccare l'asse di rotazione	Serraggio su battuta, serraggio sui filetti incompleti, forzamento, saldatura
F2 = consentire le rotazioni	Attrito diretto, cuscinetto radente, cuscinetto volvente (a sfere, a rulli, a rullini, gabbia di rullini), cuscinetto elastico
F3 = impedire gli spostamenti assiali non voluti	Elemento di pezzo, elemento assiale, elemento diametrale, elemento circonferenziale

Funzioni componenti	Esempi di soluzioni costruttive
F1 = applicazione azione motrice	Foro, perno
F2 = applicazione forza ruotata di 90°	Foro, perno
F3 = vincolo alle parti fisse	Foro, perno
F4 = continuità fisica	Semilavorato indefinito (lamiera, tondo, tubo) Semilavorato indefinito (getto, stampato)



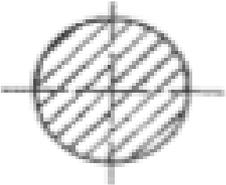
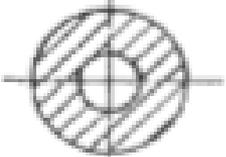
4) Scelta della soluzione costruttiva, data una funzione esistono plurime soluzioni atte a svolgerla ma con modalità diverse fra loro. Esempio: matrice delle valutazioni applicato alla scelta di una sezione (piena o cava).

a) Tradizionale: si sfoglia un catalogo

b) Informatica: il progettista entra nel catalogo con pesi assegnati alle diverse caratteristiche

b1) Preselezione: partendo dalle esigenze del progettista in termini di pressione, diametro nominale e tipo di fluido (o classe ANSI)

b2) le valvole emerse a livello precedente sono valutate in relazione alloro comportamento nei confronti delle caratteristiche emerse dal ciclo di vita

Soluzioni costruttive	Leggerezza (a pari ingombro esterno)	Resistenza (a pari ingombro esterno)	Ingombro esterno (a pari leggerezza)	Ingombro esterno (a pari resistenza)	Disponibilità di spazio all'interno
	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	1

La concretizzazione quantitativa

- 1) Principi generali
- 2) Proporzionamento
- 3) Verifica

1) Il progettista affronta i problemi di definizione quantitativa della soluzione scelta:

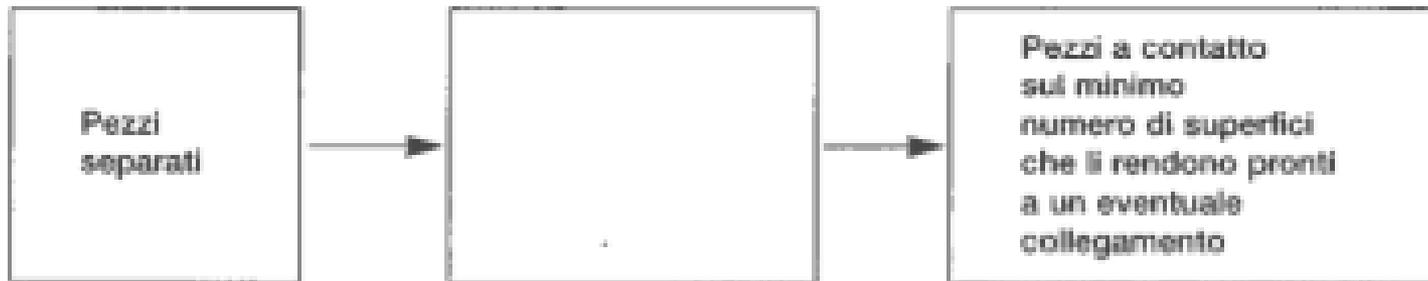
Proporzionamento, relativo a: dimensioni; errori di lavorazione ammissibili; materiali e trattamenti termici.

Verifica di massima, volta a fornire un criterio di valutazione sia delle sollecitazioni agenti, sia della sua accettabilità.

2) Nella fase di proporzionamento è opportuno fare riferimento alla corrente pratica costruttiva riflessa sia delle indicazioni bibliografiche, sia da rilievi diretti esaminati criticamente

3) Verifica di massima, è un criterio rapido atto a fornire un criterio di valutazione sia della sollecitazione agente, sia della sua accettabilità. Essa agisce sul proporzionamento.

Posizionamento



Dati due pezzi meccanici, il reciproco vincolo totale, che porta ad un unico pezzo monolitico composto da due, può venire in molti casi preceduto da un posizionamento, cioè un vincolo parziale, atto a eliminare movimenti relativi non voluti che ostacolano il successivo collegamento.

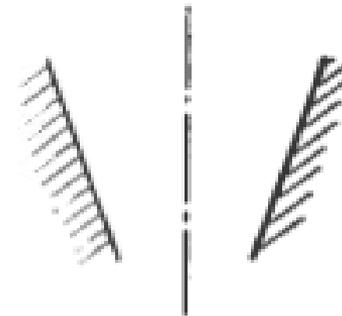
Le funzioni componenti sono riconducibili alle seguenti:

- a) Contatto assiale
- b) Contatto trasversale
- c) Evitare contatti anomali
- d) Facilitare il montaggio

CONTATTO ASSIALE

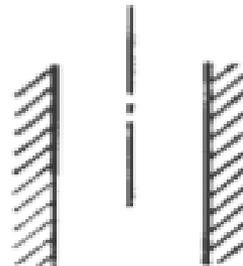


piano

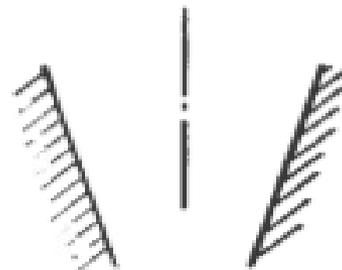


superficie conica

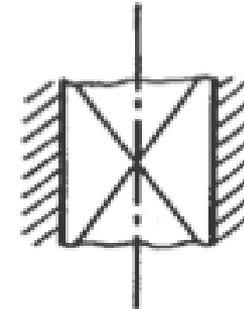
CONTATTO TRASVERSALE



superficie
cilindrica



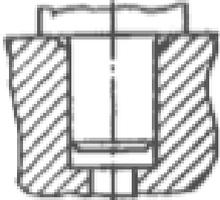
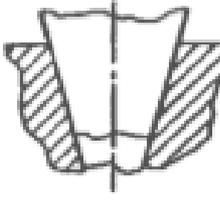
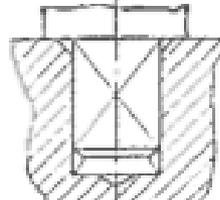
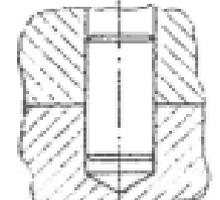
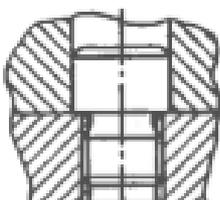
superficie
conica



due coppie
di superfici piane



due superfici cilindriche

SOLUZIONE COSTRUTTIVA	Semplicità	Con senso di rotazioni relative	Simmetria radiale	Possibilità di forzamento	Adattabilità a grandi dimensioni
	buona	SI	SI	buona	mediocre
	discreta	SI	SI	discreta	mediocre
	discreta	NO	NO	discreta	mediocre
	mediocre	NO	NO	mediocre	buona
	mediocre	NO	NO	mediocre	buona

VINCOLO

Il vincolo è definibile come l'esclusione di alcuni gradi di libertà relativi fra due elementi appartenenti a due oggetti distinti (in particolare, un elemento interno ed esterno).

Il vincolo può essere:

- a) Radiale, che consente traslazioni assiali o rotazioni relative
- b) Radiale e assiale, che consente solo rotazioni relative
- c) Radiale e tangenziale, che consente solo traslazioni relative
- d) Totale, che non consente alcun movimento relativo.

VINCOLO RADIALE

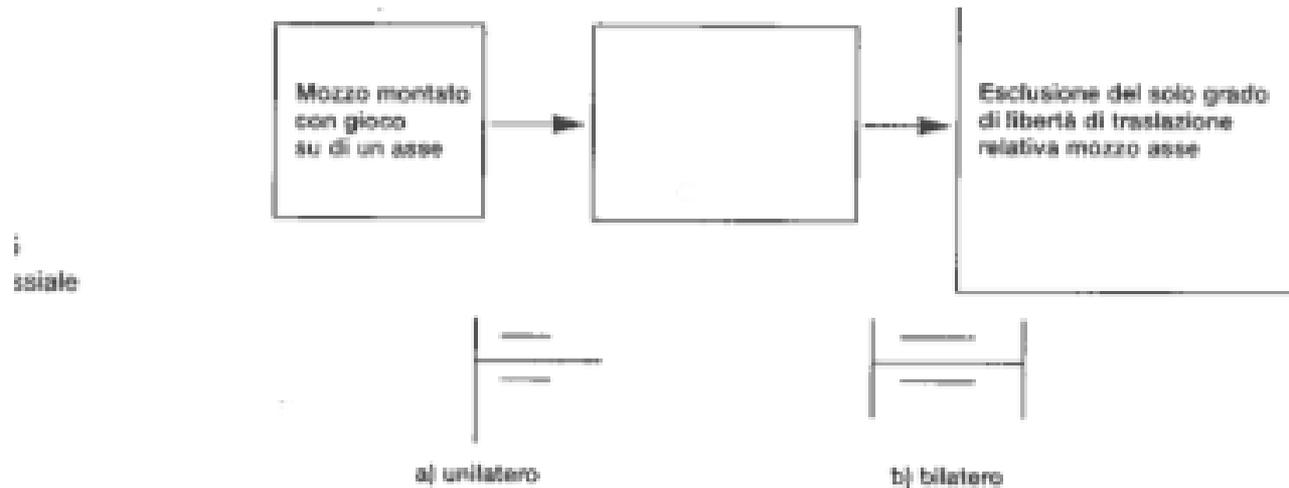
Le grandi famiglie di soluzioni costruttive così scaturenti sono riconducibili ai cuscinetti e alle guide lineari

Ricordiamo che i cuscinetti possono dividersi in radenti volventi ed elastici. La tabella riporta un criterio di selezione dei cuscinetti

Principio	Cuscinetti radenti	Cuscinetti volventi	Cuscinetti elastici
Facilità di orientamento	B-O	P-O	P-O
Facilità di montaggio	P-O	P-O	P-O
Precisione richiesta alle parti contigue	B-O	P-O	P-O
Ingombro radiale	B-O	B-O	B-O
Ingombro assiale	P-O	B-O	B-O
Adattabilità a velocità elevata	B-O	B-O	B-O
Comportamento a urti	P-B	P-O	P-O
Comportamento a carichi statici	P-B	P-O	B-O
Comportamento ad attrito	P-B	B-O	N
Comportamento a temperatura elevata	O	B	B
Facilità di manutenzione	O	O	O
Economicità di acquisto	B	O	B
Economicità di esercizio	O	P-O	B
Silenziosità	B		O

O = ottimo, B = buono, P = discreto, B = sufficiente, N = negativo

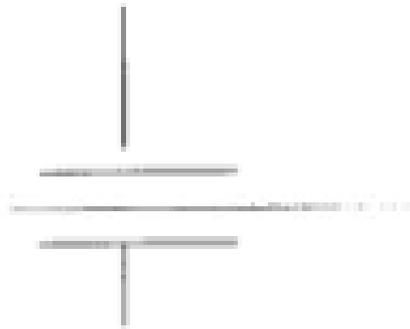
VINCOLO ASSIALE



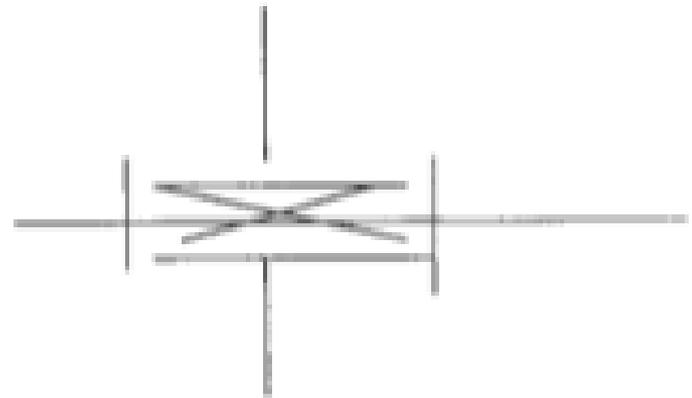
	Vincolo di pezzo	Vincolo in più pezzi assemblati
Non smontabile	Elemento fisicamente continuo (fig. 9.6)	Forzato (fig. 9.7 a) Saldato (fig. 9.7 b) Incollato (fig. 9.7 c)
Smontabile	—	Elemento filettato (vite, dadi) (fig. 9.8) Elementi circolarziali (anelli elastici, Seeger, Benzling) (fig. 9.9) Elementi diametrali (copiglia, panno) (fig. 9.9)

VINCOLO RADIALE E TANGENZIALE

Funzione

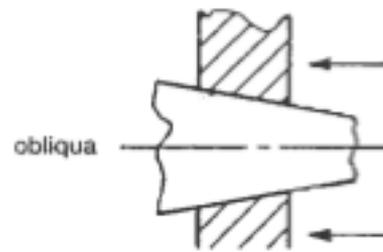
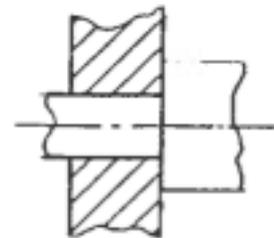
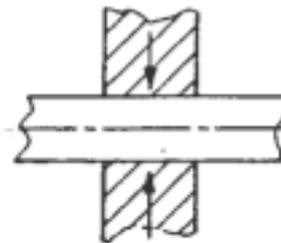


Mozzo e albero senza vincolo assiale
né tangenziale

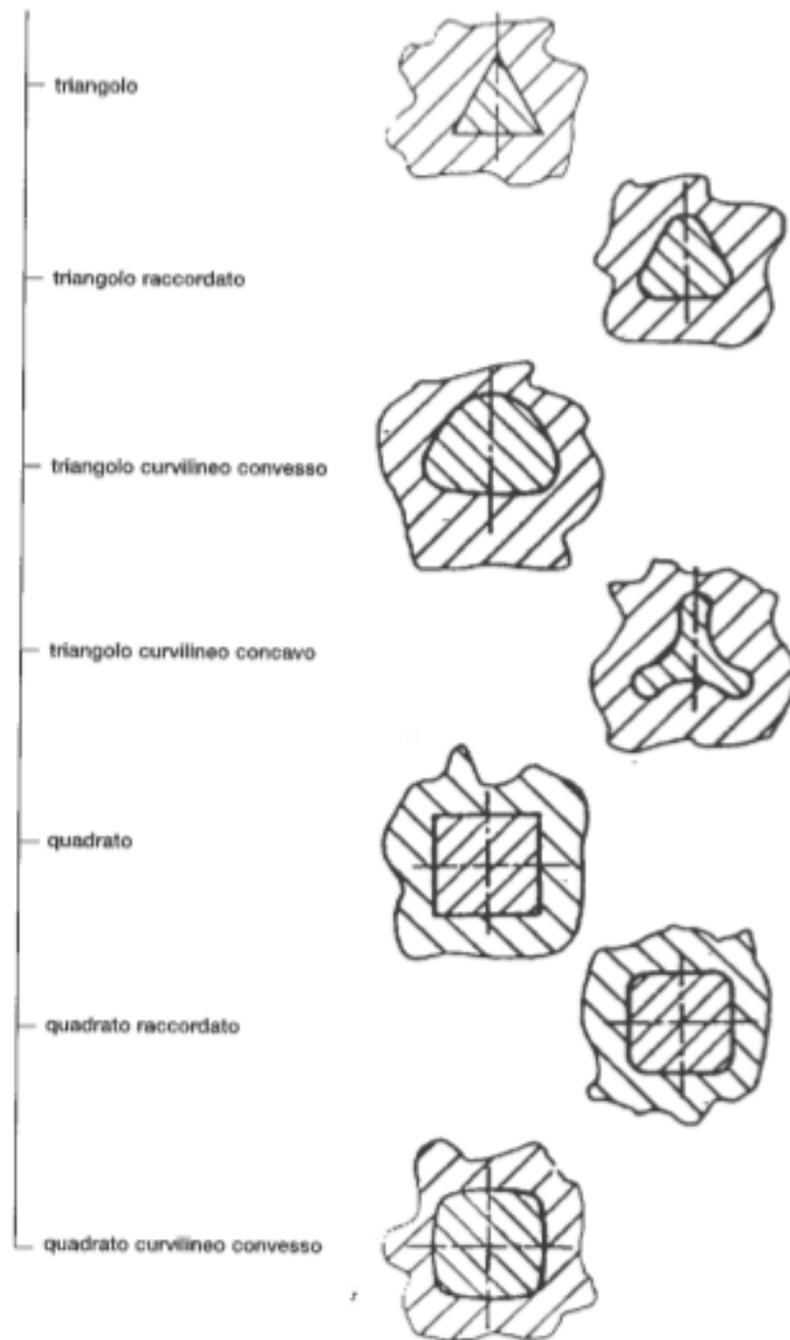


Mozzo e albero vincolati assialmente
e tangenzialmente

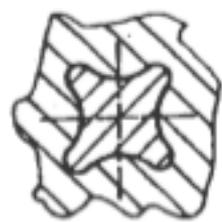
Principi di forza, di forma



Forma del mozzo e dell'albero



quadrato curvilineo concavo



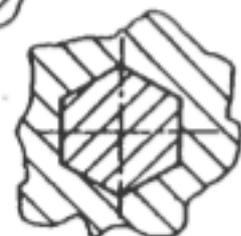
pentagono



pentagono raccordato

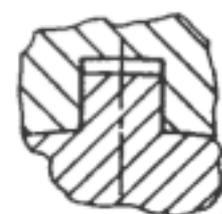


esagono



dentature

a fianchi piani e paralleli



a fianchi piani e angolati



a fianchi a evolvente



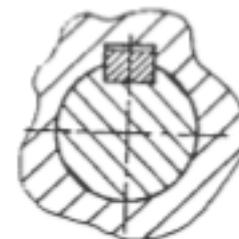
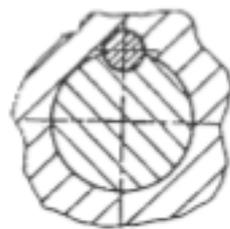
Principi di forma con elementi interposti

Forma di elementi interposti

1 elemento

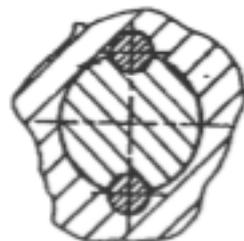
circolare

quadrato

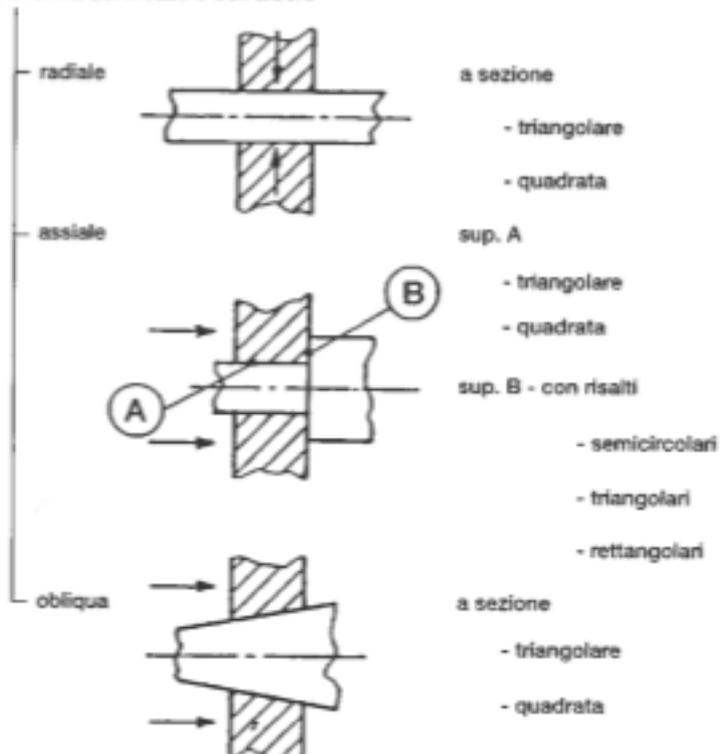


2 elementi

circolari

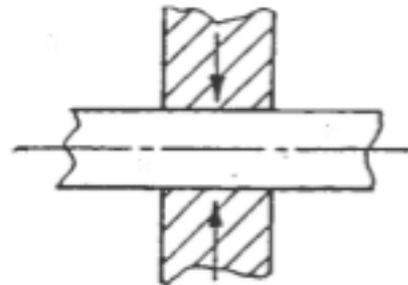


Forza e forma del mozzo e dell'albero



Forza e forma di elementi interposti

- radiale



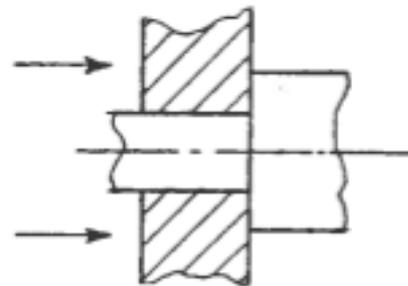
1 elemento

- circolare
- quadrato

2 elementi

- circolari
- quadrati

- assiale



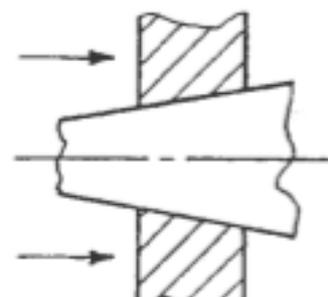
1 elemento

- circolare
- quadrato

2 elementi

- circolari
- quadrati

- obliqua

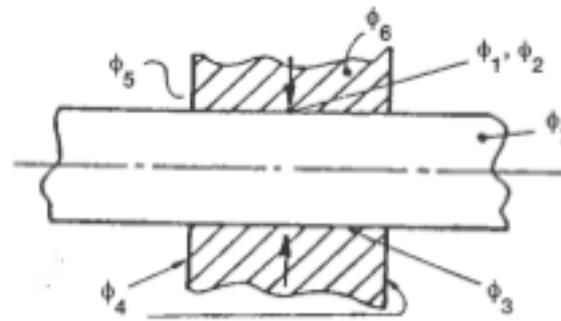


1 elemento

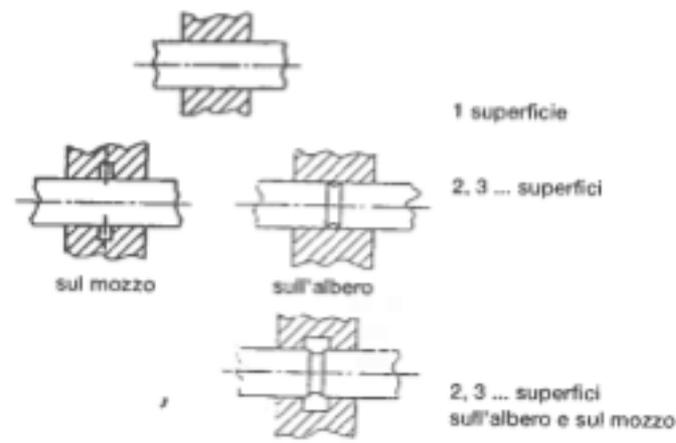
- circolare
- quadrato

2 elementi

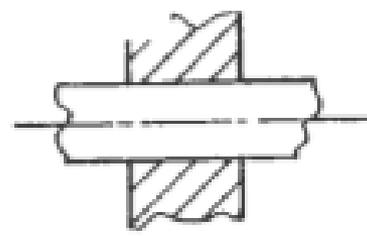
- circolari
- quadrati



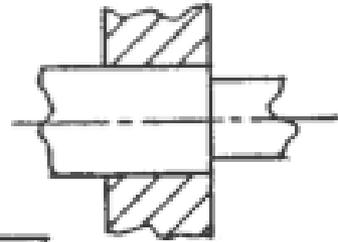
- ϕ_1 = forzamento
- ϕ_2 = montaggio
- ϕ_3 = posizionamento radiale
- ϕ_4 = posizionamento assiale
- ϕ_5 = facilitazioni di montaggio
- ϕ_6 = continuità fisica mozzo
- ϕ_7 = continuità fisica albero



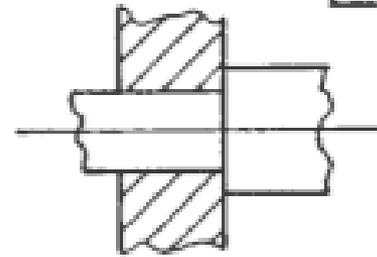
- nessun posizionamento



- superficie piana negativa



- superficie piana positiva

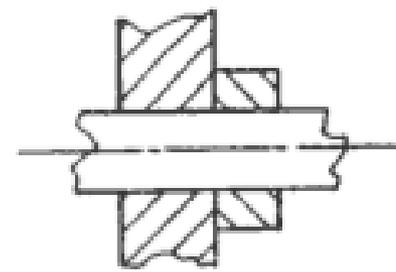


di pezzo

collegata

fissa

amovibile



saldatura
incollaggio

anelli elastici

Seeger

Benzig

a sezione circolare

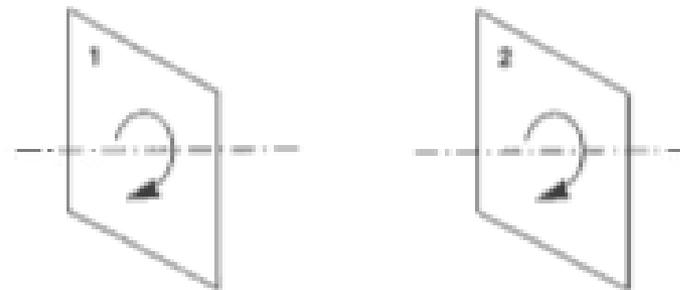
collare collegato con filettature

TRASMISSIONE DEL MOTO

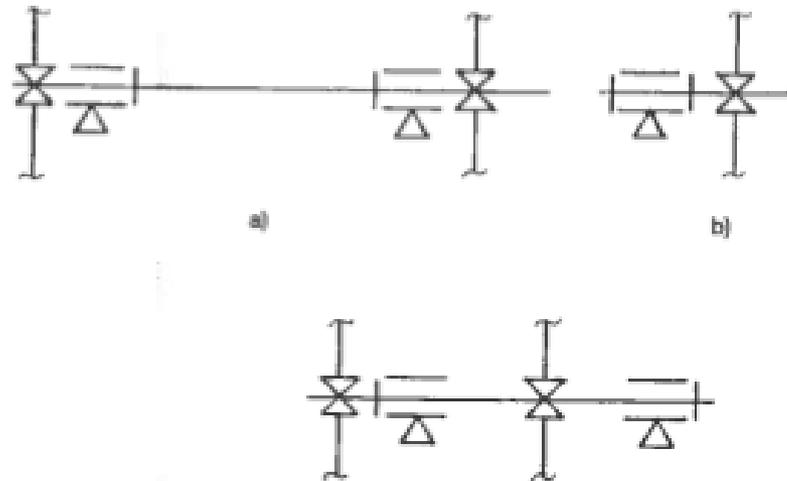
Si intende per trasmissione del moto lo spostamento del moto stesso, senza variarne le caratteristiche.

Trasmissione del moto rotatorio

Figura 10.1
La funzione "Trasmissione del moto rotatorio"



Principi	Esempi
Biologico	Collegamento manuale
Meccanico	Solido sollecitato a torsione
Idrraulico	Pompa + turbina
Pneumatico	Compressore + motore pneumatico
Elettrico	Generatore + motore elettrico



Con riferimento ad un principio meccanico, definiti albero il solido sollecitato a torsione, mozzì i collegamenti con l'entrata e l'uscita del moto e sostegni i vincoli radiali con i cuscinetti.

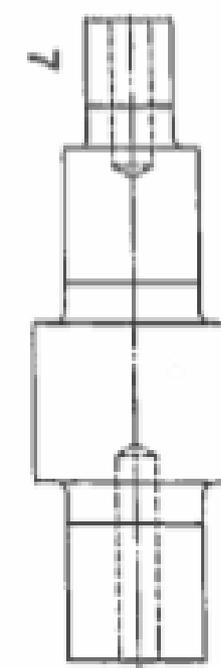
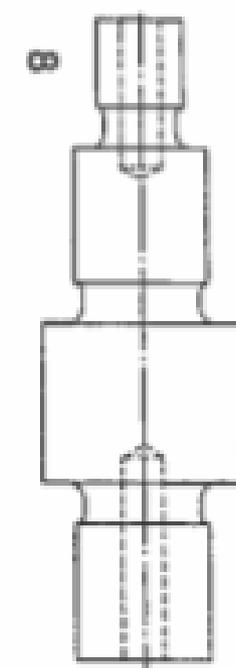
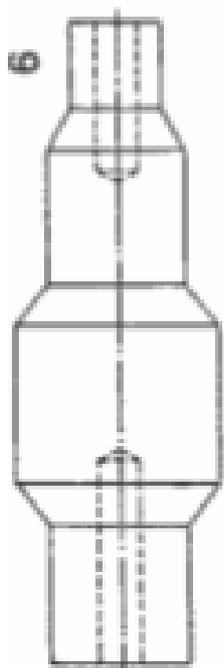
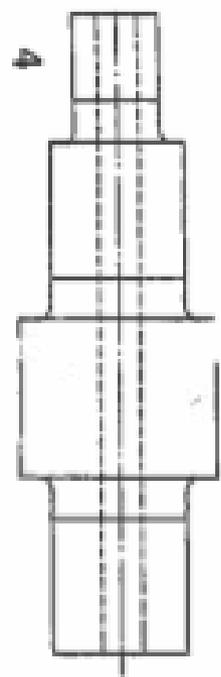
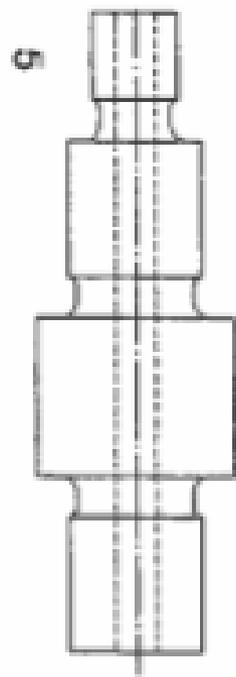
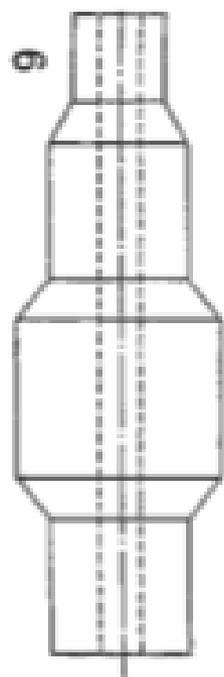
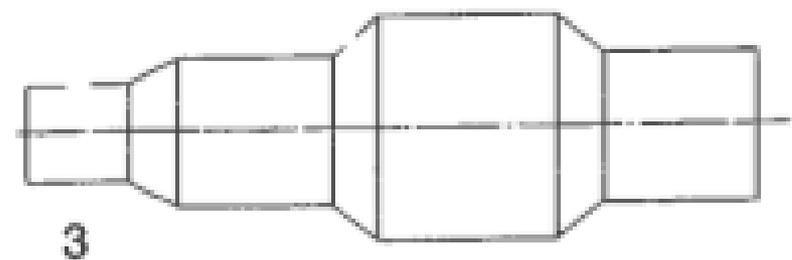
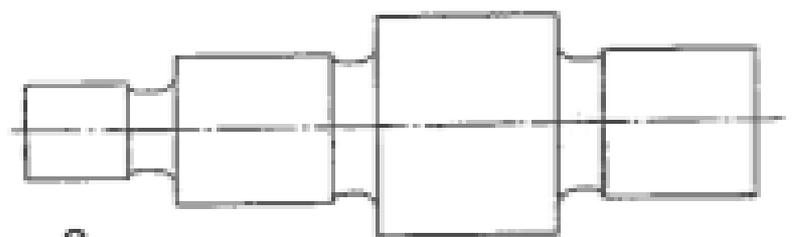
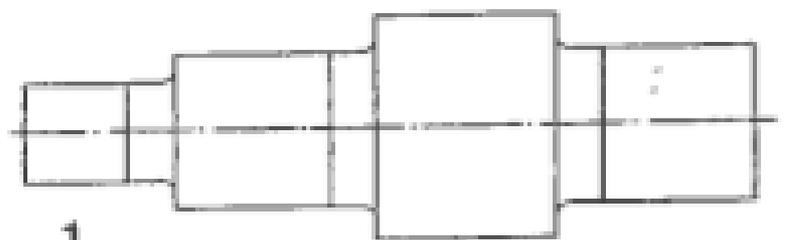
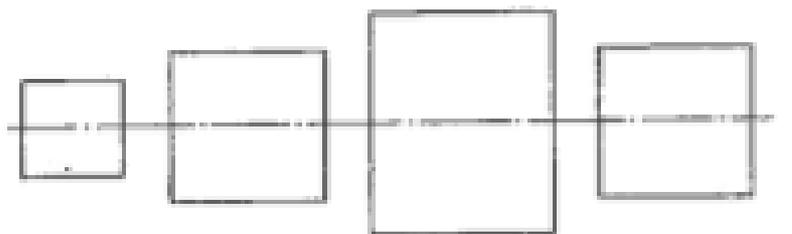
Con riferimento a tali schemi le funzioni componenti sono riconducibili alle seguenti:

F1 = ricevimento del moto

F2 = cessione del moto

F3 = sostegno del moto

F4 = continuità fisica



Soluzioni costruttive	Resistenza meccanica	Leggerezza	Semplicità	Utilizzazione del materiale
1	O	M	O	M
2	O	M	O	M
3	O	M	O	M
4	M	O	D	D
5	M	O	D	D
6	M	O	D	D
7	D	D	M	O
8	D	D	M	O
9	D	D	M	O

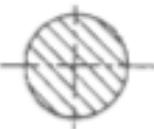
Soluzioni costruttive	Leggerezza (a pari ingombro esterno)	Resistenza (a pari ingombro esterno)	Ingombro esterno (a pari leggerezza)	Ingombro esterno (a pari resistenza)	Disponibilità di spazio all'interno
	0	1	1	1	0
	1	0	0	0	1

Tabella 10.3

D(mm)	10, 16, 25, 40, 63
d(mm)	10, 16, 25, 40, 63
d/D	0,5, 0,6, 0,8

Trasmissione corrispondente ad una trazione

Formazione di un archivio di principi:

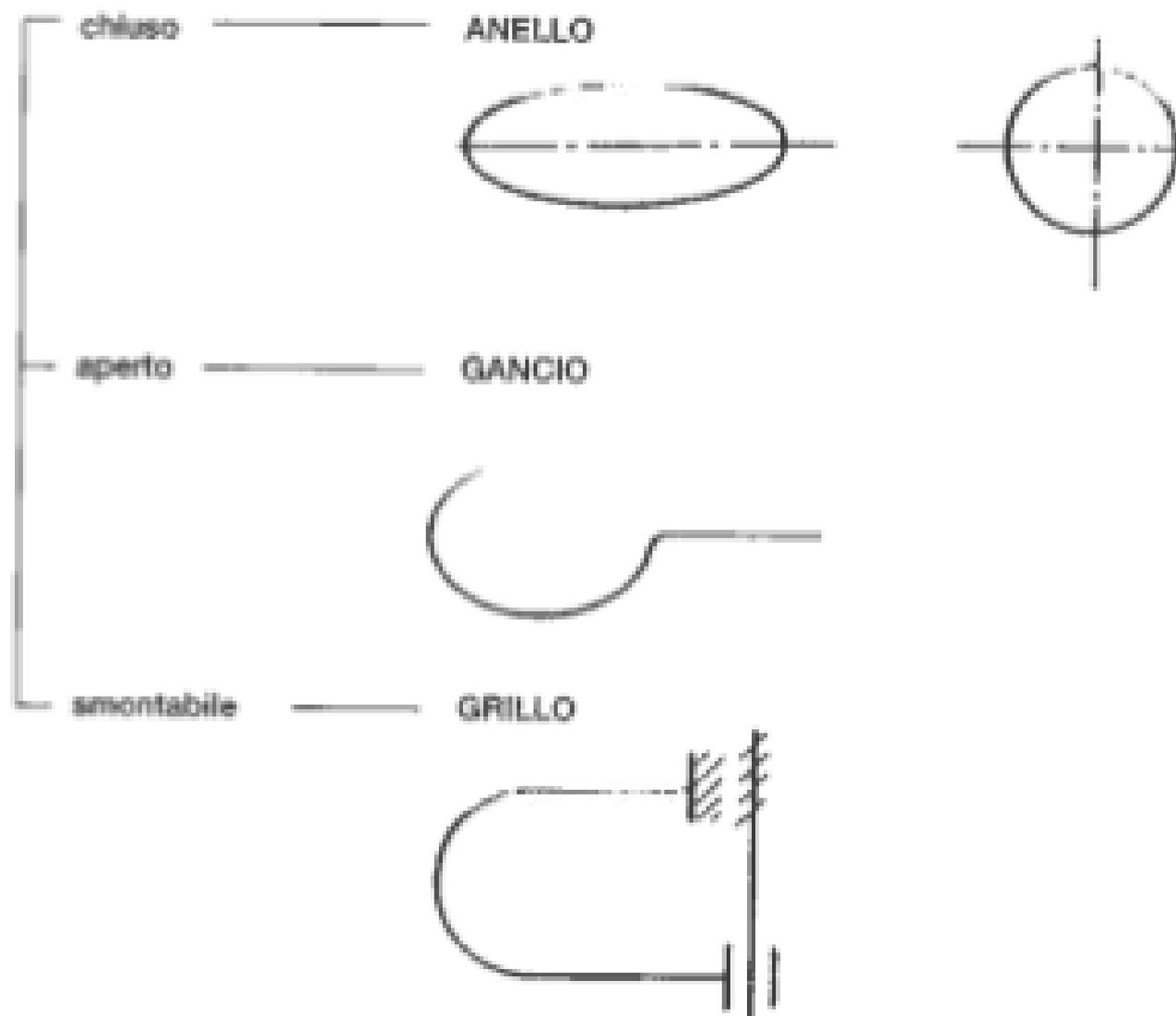


Funzioni componenti

F1, F2 = applicazione delle forze; F3 = continuità fisica

Esempi di principi per lo svolgimento delle funzioni F1 e F2 sono riportati nella figura che segue

Elemento che regge
una forza di trazione



Per quanto riguarda la forza F_3 i principi fondamentali sono:

- 1) Elemento rigido: esso corrisponde formalmente, all'elemento compresso;
- 2) Elemento flessibile: questo principio corrisponde alle funi;
- 3) Elemento articolato: esso corrisponde alle catene.

TRASMISSIONE CORRISPONDENTE A UNA COMPRESSIONE

Un approccio alla formazione di un archivio di principi è il seguente

elemento soggetto
a compressione

MECCANICA

ASTA
BARRA
PUNTORE
SPINTORE

fluido soggetto
a pressione

IDRAULICA

PNEUMATICA



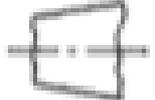
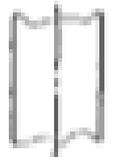
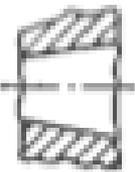
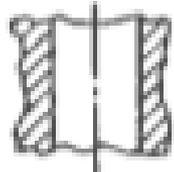
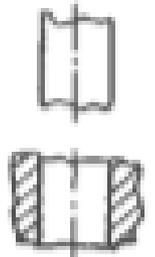
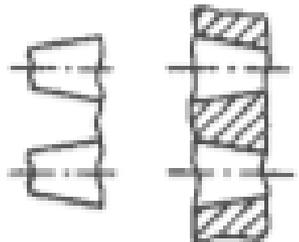
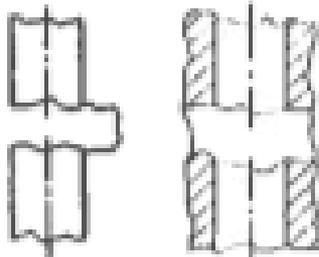
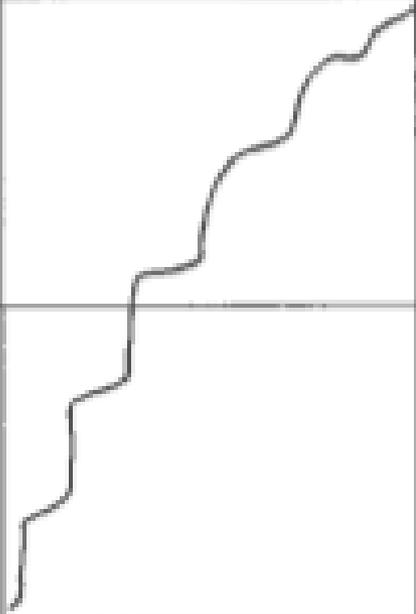
Le funzioni componenti nel caso di principio meccanico sono:

F_1, F_2 = applicazione delle forze;

F_2 = continuità fisica

La funzione F_1 (applicazione della forza di ingresso) ha, come

Superfici di applicazione delle forze

		Piano	Cono	Cilindro	Sfera
Posizione	Esterna				
	Interna				
Numero	Uno				
	Più				

TRASFORMAZIONE DEL MOTO

Si intende per “trasformazione del moto” la variazione di caratteristiche (intensità, direzione, verso)

Trasformazione del moto rotatorio

La funzione trasformazione del moto rotatorio corrisponde al passaggio da situazione iniziale (velocità angolare n_1 coppia M_1) a una situazione finale (con velocità angolare n_2 e coppia M_2). La seguente tabella mostra un approccio alla costituzione di un archivio dei relativi principi meccanici

Principio	Economicità	Comportamento a vibrazioni	Comportamento a temperature elevate	Entità azioni trasmissibili	Costanza rapporto di trasmissione	Facilità a variare il rapporto di trasmissione	Facilità di azionare ingresso e uscita	Silenziosità	Stress
Contatto di forma dritta (es. ruote di Hooke)	buono	discreto	buono	mediocre	mediocre	buono	mediocre	discreto	discreto
Contatto di forma con elemento deformabile avvolto (es. cinghia trapezoidale)	discreto	buono	discreto	discreto	mediocre	discreto	buono	buono	discreto
Contatto di forma dritta (es. ingranaggi)	mediocre	discreto	buono	ottimo	ottimo	discreto	mediocre	discreto	buono
Contatto di forma con elemento deformabile avvolto (es. cinghia dentata)	buono	buono	discreto	buono	ottimo	mediocre	buono	buono	buono
Contatto di forma con elemento articolato avvolto (es. catena)	mediocre	discreto	buono	ottimo	discreto	mediocre	buono	discreto	buono

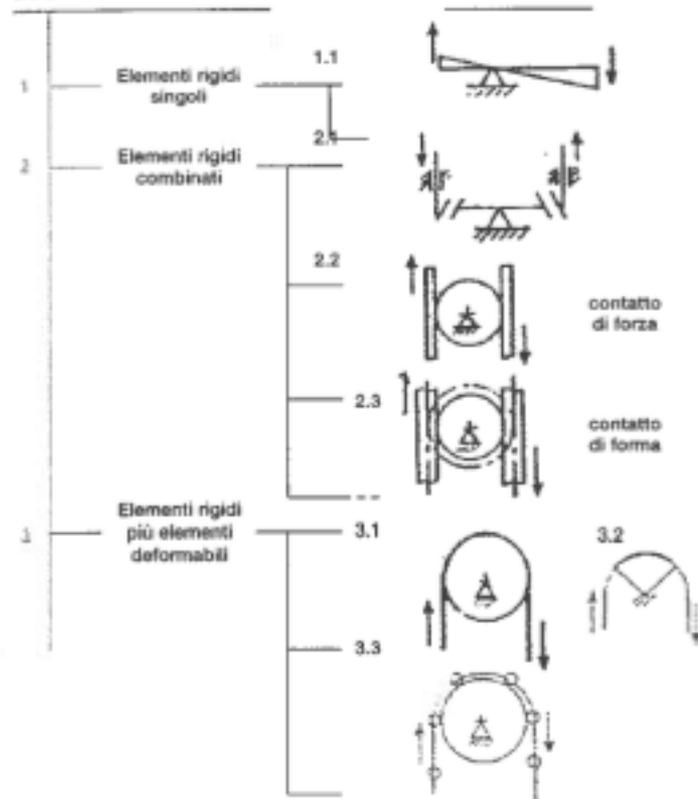
Trasformazione del moto traslatorio

La funzione trasformazione del moto traslatorio è

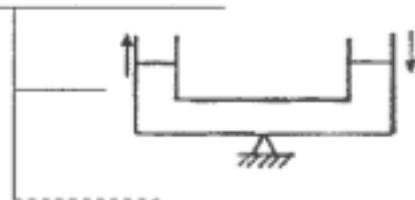


Essa comporta in generale una variazione di forza e velocità, un approccio all'individuazione dei principi è:

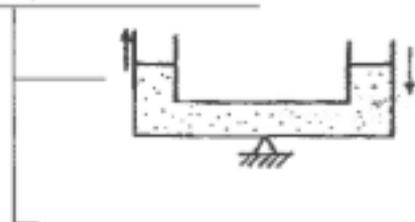
Sistemi meccanici



Sistemi idraulici



Sistemi pneumatici



- **Elementi rigidi singoli**

Le funzioni componenti sono riconducibili alle seguenti.

F1 = applicazione della potenza;

F2 = applicazione della resistenza;

F3 = realizzazione dell'articolazione;

F4 = continuità fisica.

- **Elementi rigidi uniti a deformabili**

a) Carrucola fissa

funzioni componenti:

F1 = contatto con l'elemento deformabile;

F2 = consenso alla rotazione;

F3 = collegamento alle parti fisse;

F4 = bloccaggio assiale del perno;

F5 = continuità fisica della carrucola;

F6 = continuità fisica del perno;

F7 = continuità fisica della staffa.

b) Carrucola mobile

Le funzioni componenti sono riconducibili alle seguenti:

F1 = applicazione della forza T;

F2 = applicazione della forza P;

F3 = collegamento al telaio;

F4 = continuità fisica della puleggia.

